

**PENGARUH *Lactobacillus delbrueckii* ssp. *bulgaricus***  
**TERHADAP KOMPOSISI KIMIA WHEY KEJU**  
[*The Role of Lactobacillus delbrueckii* ssp. *bulgaricus* on Chemical Composition  
of Whey of Cheese]

**Tridjoko W. Murti**

*Fakultas Peternakan Universitas Gadjah Mada, Yogyakarta*

*Received April 04, 2008; Accepted May 05, 2008*

**ABSTRAK**

Penelitian ini untuk mempelajari komposisi kimia whey sisa pembuatan keju *farmhouse* yang dikembangkan dengan rancangan pola faktorial (2x2) dengan dua perlakuan yaitu pengaruh penambahan susu fermentasi menggunakan bakteri asam laktat (BAL): keju + kultur *Lactobacillus delbrueckii* subsp. *bulgaricus* 10 % v/v (P1) dan keju kontrol (P0), dan pengaruh kekuatan rennet 1:10.000 dan 1:20.000.. Sampel dari whey pembuatan keju tipe *farmhouse* diuji rendemen whey, kadar dan total protein dan lemaknya. Hasil penelitian menunjukkan bahwa sisa whey keju kontrol secara nyata lebih banyak dari pada keju yang ditambah starter *Lactobacillus delbrueckii* ssp. *bulgaricus* masing-masing 1751,33 dan 1287,33 ml. Rerata kadar protein whey keju kontrol dan keju yang ditambah *Lactobacillus delbrueckii* ssp. *bulgaricus* adalah sama, yaitu 0,535%, namun menunjukkan bahwa total protein yang tertinggal didalam whey berbeda nyata ( $P < 0,05$ ) untuk P0 dan P1. Penambahan starter *Lactobacillus delbrueckii* ssp. *bulgaricus* tidak memberikan perbedaan pada kadar lemak whey pada level konsentrasi rennet yang berbeda, namun berbeda nyata ( $< 0,05$ ) pada rerata total lemak yang tertinggal dalam whey, masing masing 7,75 dan 3,56 g. Kesimpulan sementara menunjukkan jika perubahan itu seiring dengan penambahan/ pemakaian BAL.

*Kata kunci:* Whey, *Lactobacillus delbrueckii* subsp. *bulgaricus*, Protein dan Lemak

**ABSTRACT**

This research was performed to evaluate the the effect of addition of *Lactobacillus delbrueckii* subsp. *bulgaricus* (10 % v/v) on the protein and fat level of whey as compared to that of without addition, and rennet strength (1:10.000 and 1:20.000) through pasteurized milk followed by 40 minutes fermentation, added by rennet at different strengths, followed by incubation 40 hours. A Completely Randomize Design was performed to see the effect of treatment on protein and fat contents of whey. Samples were collected before ripening. The results indicated that the addition of culture influenced significantly whey yield than control with 1751, 33 and 1287, 33 ml, respectively, as well as total content of protein and fat of whey ( $P < 0.05$ ), but not the concentration of protein and fat of whey.

*Keywords:* Whey, *Lactobacillus delbrueckii* subsp. *bulgaricus*, Protein, Fat.

**PENDAHULUAN**

Bahan pangan asal peternakan tergolong mudah rusak. Kerusakan terjadi karena pencemaran yang berasal dari mikrobial, kimia dan enzimatik. Manusia selalu berusaha mencari cara untuk memperpanjang waktu supaya bahan pangan asal ternak dapat tahan

lebih lama (Murti, 2004a). Keju adalah bahan pangan asal susu yang dapat digunakan sebagai cara pengolahan alternatif untuk memperpanjang daya tahan susu. Produk keju belum begitu dikenal di negara Indonesia, sehingga masih banyak anggapan bahwa produk keju adalah produk olahan susu yang sulit untuk dibuat. Akumulasi antara produksi susu yang rendah,

tingkat pengetahuan dan kesadaran masyarakat akan nutrisi yang kurang, serta teknologi terapan yang belum membudaya, menjadikan pengolahan produk keju masih mendapat hambatan yang besar. Kerja keras dan upaya yang terus menerus harus tetap dilakukan untuk mencapai keterpaduan antara pangan dan kesehatan di Indonesia (Murti *et al.*, 2006).

FAO (*Food and Agricultural Organization*) mendefinisikan keju sebagai produk pangan hasil fermentasi atau bukan fermentasi, yang diperoleh lewat pengaliran cairan setelah koagulasi susu, krim, susu skim, atau campuran komponennya, termasuk susu rekonstruksi dan rekombinasi, juga produk yang diperoleh lewat pengumpulan (konsentrasi) sebagian laktoserum atau mentega, dengan pengecualian semua tambahan bahan lemak tidak berasal dari susu (Murti, 2004b; Hui, 1993a). Pada abad ini, susu digumpalkan dengan penambahan agen tertentu yaitu ekstrak lambung pedet atau rennet. Keju yang sesungguhnya dapat dibuat dengan beberapa proses tambahan, yaitu pembentukan (pengepresan), penggaraman, dan penyimpanan. Pembuatan keju ada lima tahap yaitu pengasaman, penggumpalan, pengaliran cairan *whey*, penggaraman dan pemeraman (Walstra *et al.*, 1999; Hui, 1993b). Tiga tahap pertama adalah mutlak keberadaannya.

Secara khusus, pengaliran cairan *whey* dimaksudkan untuk memisahkan *curd* dan *whey* dan mengurangi kandungan air yang terdapat dalam *curd*. Tujuan pengaliran cairan *whey* adalah untuk memudahkan pengepresan keju sehingga diperoleh keju sesuai keinginan. Fenomena keluarnya *whey* atau laktoserum dikenal juga sebagai *eggoutage*. *Curd* ditekan agar diperoleh bentuk keju yang dikehendaki sekaligus merupakan proses pengurangan air. Beberapa keju membutuhkan penekanan dengan tekanan 40 sampai 150 kPa atau dengan beban seberat 0,4 sampai 1,5 kg/cm<sup>2</sup> (Murti, 2004). Berg (1988) menambahkan bahwa penekanan keju bertujuan untuk memberikan bentuk pada keju, memisahkan *whey* dari *curd*, menjadikan *curd* lebih padat dan agar keju memiliki struktur yang homogen (terutama jika partikel *curd* sangat kering sebelum ditekan). Pengembangan flavor pada keju yang dimatangkan dengan bakteri adalah sebuah reaksi biokimia kompleks dan dinamis dimana membutuhkan peranan bakteri asam laktat (BAL) dan enzim (Broadbent *et al.*, 2003). Meskipun demikian BAL

yang dapat tumbuh di keju relatif sedikit dibanding pangan lain karena: rendah potensi reduksi-oksidasi, kadar garam yang tinggi, dan sumber karbohidrat yang sedikit (Swearingen *et al.*, 2001). Peneliti ini mengatakan pula umumnya dalam keju tidak ada spesies BAL dari genus *Lactobacilli* yang dominan. Meskipun demikian BAL ini peranannya penting dalam proses pematangan karena kemampuan proteolitiknya yang dapat menimbulkan perubahan flavor dan daya terima keju, khususnya setelah 3 bulan.

Komposisi whey menurut Marth and Steele (2001) adalah protein 10 sampai 15%, lemak 0,2 sampai 2%, abu 7 sampai 14%, laktosa 61 sampai 75% dan bahan kering 1 sampai 8%. Dengan demikian sumber karbohidrat untuk pertumbuhan BAL banyak terdapat di Whey dan memungkinkan ada fermentasi lanjut oleh BAL tersebut. Pemecahan laktosa dan asam sitrat oleh BAL menjadi sumber pembentukan aroma : diasetil, aseton dan butan-2,3- diol yang jelas menjadi aroma khas keju cheddar dan keju segar lainnya (Ortigosa *et al.*, 2001).

Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui pengaruh penambahan kultur bakteri *Lactobacillus delbrueckii* subsp. *bulgaricus* pada pembuatan keju susu sapi tipe *farmhouse* terhadap jumlah whey keju terbentuk, kadar dan jumlah protein whey, dan kadar dan jumlah lemak whey-nya

## MATERI DAN METODE

Penelitian ini bertujuan mempelajari whey hasil pembuatan keju *farmhouse* yang dikembangkan dengan rancangan pola faktorial (2x2) dengan dua perlakuan (penambahan starter dan kekuatan rennet), yaitu keju kontrol (P0) dan keju + *Lactobacillus delbrueckii* subsp. *bulgaricus* 10 % v/v (P1) dan pengaruh kekuatan rennet 1:10.000 dan 1:20.000.

### Materi

Bahan – bahan yang digunakan antara lain ; susu sapi segar yang berasal dari UPT Ternak Perah UGM, kultur dari produk komersial dengan label resmi BPOM mengandung bakteri *Lactobacillus delbrueckii* subsp. *bulgaricus*, larutan rennet berasal dari abomasum domba (kekuatan 1:100.000), kertas saring, natrium klorida jenuh, aquades dan sampel keju.

Reagen kimia yang digunakan antara lain ; petro-

leum benzen, H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub> pekat CuSO<sub>4</sub>, K<sub>2</sub>SO<sub>4</sub>, NaOH 40%, HCl 0,1 N, asam borat (H<sub>3</sub>BO<sub>3</sub>) 0,1 N, indikator mix, indikator pp.

## Metode

### Pembuatan keju

Keju tipe farmhouse cheese dibuat berdasar Murti (2004<sup>a</sup>) dimana susu sapi diasamkan dengan asam laktat sampai mencapai pH 6,0-6,2 kemudian dihomogenisasi dengan homogeniser pada 3000 rpm (1 menit), dan dilanjutkan pasteurisasi susu pada 76° C, 10 menit). Susu pasteurisasi didinginkan ke 33° C. Satu bagian ditambahkan kultur bakteri *Lactobacillus delbrueckii subsp. bulgaricus* 10 % v/v untuk setiap gelas beker yang berisi susu tadi (P1). Satu bagian lain tidak diberikan perlakuan penambahan kultur bakteri karena dijadikan sebagai kontrol (P0). Kedua gelas beker tadi dimasukkan ke dalam inkubator pada suhu 39°C selama 45 menit. Beker gelas tadi dikeluarkan dari inkubator kemudian masing-masing gelas beker yang berisi susu ditambahkan rennet, domba dengan kekuatan 1:15000-20000 sambil diaduk kemudian dimasukkan lagi kedalam inkubator selama 40 jam Lapisan tersebut terdiri dari gumpalan atau *curd* dan cairan atau *whey*.

Whey dikeluarkan dengan cara memotong *Curd* dengan ukuran 1,25 cm x 1,25 cm menggunakan pisau *stainless*. *Curd* yang sudah dipotong kemudian dipanaskan menggunakan bejana yang sudah berisi air hangat suhu 38° C yang berada di luar gelas beker tempat *curd* selama 30 menit. Potongan *curd* yang sudah dipanaskan selanjutnya disaring menggunakan kain saring dengan posisi tergantung. Penyaringan ini dilakukan selama 24 jam dengan tujuan mengalirkan air dalam *curd* dibantu proses penekanan keju menggunakan alat pengepres dengan kekuatan 0,00318 Pa..

### Analisis komposisi kimia whey

Analisis *whey* meliputi analisis jumlah rendemen whey yang diperoleh, kadar protein dan kandungan protein, kadar lemak dan kandungan lemaknya.

- Pengukuran rendemen *whey* dilakukan dengan menghitung mL whey yang diperoleh.
- Penentuan kadar protein whey, menggunakan metode Lowry menurut Plummer (1987) dan dilanjutkan hitungan jumlah g yang diperoleh.
- Penentuan kadar lemak *whey* menggunakan metode *Babcock* dalam Horwitz dan Latimer (2005) dan dilanjutkan hitungan jumlah g yang diperoleh

### Analisis data

Nilai jumlah whey, kadar dan jumlah protein dan kadar dan jumlah lemak whey pada rancangan percobaan pola faktorial (2x2) tadi, diuji signifikansinya dengan dengan bantuan program komputer SPSS versi 11.5 dan bila terdapat perbedaan atau pengaruh yang nyata dilanjutkan dengan uji Duncan Multiple Range Test (DMRT) (Astuti, 1981).

## HASIL DAN PEMBAHASAN

### Sisa whey

Jumlah whey keju terbuat diukur setelah proses pemisahan antara gumpalan dan cairan selesai, kemudian ditambah jumlah whey yang ikut keluar setelah pengepresan. Rerata jumlah whey dapat dilihat pada tabel 1. Hasil analisis statistik menunjukkan bahwa terdapat perbedaan yang sangat nyata ( $P < 0,01$ ) antara sisa whey tanpa *Lactobacillus delbrueckii ssp. bulgaricus* (P0) dan yang ditambah *Lactobacillus delbrueckii ssp. bulgaricus* (P1). Sisa whey keju kontrol lebih banyak dari pada keju yang ditambah starter *Lactobacillus delbrueckii ssp. bulgaricus*. Chassaing, et al., (1990) meneliti bahwa

Tabel 1. Rerata Jumlah Whey Keju yang Ditambah *Lactobacillus delbrueckii ssp. bulgaricus* dengan Konsentrasi Rennet yang Berbeda (ml)

Konsentrasi Rennet	Penambahan <i>Lactobacillus delbrueckii ssp. bulgaricus</i>		Rerata
	Tanpa starter	Ditambah starter	
1:10.000	1770,33±15,95	1314,00±11,00	1542,17 <sup>ns</sup>
1:20.000	1732,33±23,50	1260,67±99,89	1496,50 <sup>ns</sup>
Rerata	1751,33 <sup>a</sup>	1287,33 <sup>b</sup>	

<sup>a,b</sup> Superskrip yang berbeda pada baris yang sama menunjukkan adanya perbedaan yang sangat nyata ( $P < 0,01$ )

<sup>ns</sup> Superskrip yang sama pada kolom yang sama menunjukkan tidak adanya beda ( $P > 0,05$ )

perbedaan pada keju yang ditambah BAL menghasilkan gumpalan yang lebih banyak dengan cairan yang terperangkap dalam gumpalan juga lebih banyak. Sebagai akibatnya whey yang terpisah dari gumpalan lebih sedikit dibanding keju hanya dengan rennet. Sementara itu, konsentrasi rennet tidak memberikan perbedaan yang nyata pada jumlah whey yang terpisah dari gumpalan. Gumpalan oleh rennet yang berbeda memiliki karakteristik yang sama, sehingga whey yang terpisah relatif sama.

### Protein whey

Pada Tabel 2 disajikan hasil uji kadar protein whey, dimana menunjukkan bahwa penambahan starter *Lactobacillus delbrueckii* ssp. *bulgaricus* tidak memberikan pengaruh yang nyata, juga konsentrasi rennet pada kadar protein whey dan interaksi starter x rennet. Rerata kadar protein kedua whey keju adalah sama, yaitu 0,535% mirip pendapat Daulay (1991), bahwa whey mengandung sekitar 0,6% protein, yang didominasi oleh laktoglobulin dan laktalbumin, dan termasuk *fluid acid whey* yang mengandung total protein maksimum 0,75% . Ini berbeda dengan whey yang dihasilkan dari pembuatan keju dengan rennet tergolong *fluid sweet whey* yang dapat mengandung total protein sampai 0,8%.

Pada tabel 3 ditampilkan.hasil analisis statistik yang

konsentrasi rennet dan interaksi starter X rennet, tidak memberikan perbedaan pada total protein murni dalam whey. Hal ini sangat mungkin disebabkan karena inkubasi yang terlalu lama (40 jam) sehingga kerja rennet telah mencapai batas optimal yang umumnya sekitar 40 menit.

### Kadar Lemak Whey

Tabel 4 menunjukkan bahwa analisis statistik penambahan starter *Lactobacillus delbrueckii* ssp. *bulgaricus* yang tidak memberikan perbedaan pada kadar lemak whey sebagaimana level konsentrasi rennet yang berbeda, dan interaksi keduanya mungkin disebabkan karena baik keju kontrol maupun keju yang ditambah starter *Lactobacillus delbrueckii* ssp. *bulgaricus* diberi perlakuan pemotongan gumpalan yang sama sehingga lemak yang terperangkap dalam *curd* ikut terbawa oleh whey pada saat *whey syneresis* sebagaimana juga dengan konsentrasi rennet. Apabila dilakukan pemotongan *curd* maka lemak akan hilang saat pengaliran cairan whey, bahkan bisa sampai 6% (Walstra *et al.* , 1999). Total lemak yang tertinggal dalam whey yang dihitung berdasarkan kadar lemak dikalikan dengan jumlah cairan whey dapat dilihat di Tabel 5. Hasil analisis statistik menunjukkan bahwa rerata total lemak yang tertinggal dalam whey berbeda nyata ( $P<0,05$ ) antara whey dari keju kontrol (P0)

Tabel 2. Rerata Kadar Protein Whey Keju yang Ditambah *Lactobacillus delbrueckii* ssp. *bulgaricus* dengan Konsentrasi Rennet yang Berbeda (%)

Konsentrasi Rennet	Penambahan <i>Lactobacillus delbrueckii</i> ssp. <i>bulgaricus</i>		Rerata
	Tanpa starter	Ditambah starter	
1:10.000	0,516±0,119	0,529±0,035	0,522 <sup>ns</sup>
1:20.000	0,554±0,161	0,540±0,050	0,547 <sup>ns</sup>
Rerata	0,535 <sup>ns</sup>	0,535 <sup>ns</sup>	

<sup>ns</sup> Superskrip yang sama pada kolom dan baris yang sama menunjukkan tidak adanya perbedaan yang nyata ( $P>0,05$ )

menunjukkan bahwa protein yang tertinggal didalam whey berbeda nyata ( $P<0,05$ ) antara P0 dan P1. Hal ini sangat mungkin disebabkan karena penambahan starter *Lactobacillus delbrueckii* ssp. *bulgaricus* pada pembuatan keju akan menghasilkan asam sehingga pH susu menjadi rendah dan meningkatkan proses koagulasi protein susu, optimal pada pH 4,6 sampai 4,7 (Berg, 1988), sehingga sisa protein dalam whey dengan starter lebih sedikit dibandingkan dengan keju tanpa penambahan starter BAL Sementara itu,

dan keju yang ditambah *Lactobacillus delbrueckii* ssp. *bulgaricus* (P1). Penambahan *Lactobacillus delbrueckii* ssp. *bulgaricus* akan meningkatkan gumpalan *curd* yang dihasilkan. Banyaknya gumpalan *curd* akan meningkatkan lemak yang tersisa dalam keju. Hal ini disebabkan karena semakin banyak gumpalan maka lemak yang terperangkap dalam *curd* lebih banyak sehingga total lemak yang tersisa lebih banyak, akibatnya akan menurunkan jumlah lemak yang tersisa dalam whey. Jadi walau kadar lemak

Tabel 3. Rerata Sisa Protein Whey Keju yang Ditambah *Lactobacillus delbrueckii* ssp. *bulgaricus* pada Level Konsentrasi Rennet yang Berbeda (g)

Konsentrasi Rennet	Penambahan <i>Lactobacillus delbrueckii</i> ssp. <i>bulgaricus</i>		Rerata
	Tanpa starter	Ditambah starter	
1:10.000	9,138±2,156	6,955±0,513	8,047±1,842 <sup>ns</sup>
1:20.000	9,572±2,682	6,834±1,150	8,203±2,378 <sup>ns</sup>
Rerata	9,355± 2,190 <sup>a</sup>	6,895±0,799 <sup>b</sup>	

<sup>a,b</sup> Superskrip yang berbeda pada baris yang sama menunjukkan adanya perbedaan yang nyata (P<0,05)

<sup>ns</sup> Superskrip yang sama pada kolom yang sama menunjukkan tidak adanya beda (P> 0,05)

Tabel 4. Rerata Kadar Lemak Whey Keju yang Ditambah *Lactobacillus delbrueckii* ssp. *bulgaricus* dengan Konsentrasi Rennet yang Berbeda (%)

Konsentrasi Rennet	Penambahan <i>Lactobacillus delbrueckii</i> ssp. <i>bulgaricus</i>		Rerata
	Tanpa starter	Ditambah starter	
1:10.000	0,500 ± 0,265	0,183 ± 0,029	0,342 ± 0,242 <sup>ns</sup>
1:20.000	0,383 ± 0,161	0,367 ± 0,153	0,375 ± 0,141 <sup>ns</sup>
Rerata	0,442 ± 0,206 <sup>ns</sup>	0,275 ± 0,141 <sup>ns</sup>	

Superskrip yang sama pada baris dan kolom yang sama menunjukkan tidak adanya perbedaan yang nyata (P>0,05)

whey sama, namun karena jumlah whey berbeda menyebabkan total lemak whey juga berbeda

## KESIMPULAN DAN SARAN

### Kesimpulan

Sisa pembuatan keju dalam ujud whey pada keju kontrol secara nyata lebih banyak dari pada keju yang ditambah starter *Lactobacillus delbrueckii* ssp. *bulgaricus* masing-masing 1751,33 dan 1287,33 ml. Rerata kadar protein whey keju kontrol dan keju yang ditambah *Lactobacillus delbrueckii* ssp. *bulgaricus* adalah sama, yaitu 0,535%, namun menunjukkan bahwa total protein yang tertinggal didalam whey berbeda nyata untuk P0 dan P1. Penambahan starter

*Lactobacillus delbrueckii* ssp. *bulgaricus* tidak memberikan perbedaan pada kadar lemak whey pada level konsentrasi rennet yang berbeda, namun berbeda nyata pada rerata total lemak yang tertinggal dalam whey, masing masing 7,75 dan 3,56 g. Ini menunjukkan peranan BAL terhadap hasil Whey.

### Saran

Masih perlu diteliti bagaimana perubahan komposisi whey jika disimpan sepanjang waktu penyimpanan pematangan keju. Hal ini mengingat jika whey masih cukup mengandung gizi untuk pertumbuhan BAL, sehingga berpeluang sebagai suatu potensi industri pengolahan hasil ikutan keju.

Tabel 5. Rerata Sisa Lemak Whey Keju yang Ditambah *Lactobacillus delbrueckii* ssp. *bulgaricus* dengan Konsentrasi Rennet yang Berbeda (g)

Konsentrasi Rennet	Penambahan <i>Lactobacillus delbrueckii</i> ssp. <i>bulgaricus</i>		Rerata
	Tanpa starter	Ditambah starter	
1:10.000	8,84±4,67	2,41±0,40	5,63
1:20.000	6,66±2,85	4,70±2,24	5,68
Rerata	7,75 <sup>a</sup>	3,56 <sup>b</sup>	

<sup>a,b</sup> Superskrip yang berbeda pada baris yang sama menunjukkan adanya perbedaan yang sangat nyata (P<0,05)

## UCAPAN TERIMAKASIH

Kelancaran penelitian ini sangat didukung bantuan teknisi dan mahasiswa S1:; Muhamad Cahyadi, Ratna Rizki M. , Rendy Armahaedy, Titik Hasanah, dan sdr Mukiyat. Untuk itu disampaikan banyak terimakasih.

## DAFTAR PUSTAKA

- Adnan, 1984. Kimia dan Teknologi Pengolahan Air Susu. Fakultas Teknologi Pertanian. Universitas Gadjah Mada. Yogyakarta.
- Astuti, M. 1981. Rancangan Percobaan dan Analisis Statistik. Bagian II. Fakultas Peternakan. Universitas Gadjah Mada. Yogyakarta.
- Berg, J.C.T.v D. 1988. Dairy Technology In The Tropics And Subtropics. PUDOC Wageningen Agricultural University.
- Broadbent, J.R., K. Houck, M.E. Johnson, and C.J. Oberg. 2003. Influence of adjunct use and cheese microenvironment on non starter bacteria in reduced fat cheedar type cheese. J. Dairy Sci. 86: 2773-2782.
- Cahyadi, M. 2007. Pengaruh Konsentrasi Rennet dan Penambahan Starter *Lactobacillus delbrueckii* ssp. *bulgaricus* Terhadap Rendemen curd, Komposisi Kimia dan Cita Rasa Keju Peram. Skripsi Fakultas Peternakan UGM.
- Chassaing, B., V. Sirugue and E. Mamirolle. 1990. Structure et evolution de differents gels de fromagerie. revue des enil pg 12-16. Syndicate de la presse des enterprises et des professionnels. Paris.
- Daulay, D. 1991. Monograf Fermentasi keju. PAU IPB.
- Horwitz,w. and G.W. Latimer. 2005. Dairy Product. In. AOAC Official Methods of Analysis. Maryland, USA
- Hui, Y. H. 1993a. Dairy Science and Technology Handbook 1. Principles and Properties. VCH Publishers, Inc. New York. USA.
- Hui, Y. H. 1993b. Dairy Science and Technology Handbook 2. Product Manufacturing. VCH Publishers, Inc. New York. USA.
- Marth, E. H., and J.L. Steele. 2001. Applied Dairy Microbiology. 2nd edition, Marcel Dekker-New York.
- Murti, T. W. 2004a. Tahap Pembuatan Keju. Fakultas Peternakan. Universitas Gadjah Mada. Yogyakarta,
- Murti, T. W. 2004b. Aneka Keju. Fakultas Peternakan. Universitas Gadjah Mada. Yogyakarta,
- Murti.T. W., D. Rahardian and Harialeza. 2006. The change of chemical composition and consumer preferences of ripened cheeses supplemented with yakult's and yoghurt's bacteria. International Seminar on Tropical Animal Production held at Fac. Of Animal Science, Gadjah Mada University-Yogyakarta-, November 8-9,2006.
- Murti, T.W. dan Sutikno. 2006. Perubahan komposisi kimia keju dengan pemakaian kultur bakteri yoghurt-probiotik dan kesukaan konsumen setelah pematangan 3 bulan. Seminar Nasional PATPI. 27-28 Agustus 2006
- Plummer, D. T. 1987. An Introduction to Practical Biochemistry. Bombay New Delhi.
- Prihadi, S. 1997. Dasar Ilmu Ternak Perah. Fakultas Peternakan. Universitas Gadjah Mada. Yogyakarta.
- Ortigosa, M., P. Torre, and J. M Izco.2001. Effect of pasteurization of ewe's milk and use of a native starter culture on the volatile components and sensory characteristics of roncal cheese. J. Dairy Sci. 84: 1320-1330
- Swearingen, P.A., D. J. O'Sullivan, and J.J. Warthesen. 2001. Isolation, characterization and influence of native, non starter lactic acid bacteria on cheedar cheese quality. J. Dairy Sci. 84: 50-59
- Widodo. 2003. Bioteknologi Industri Susu. Lacticia Press. Yogyakarta.
- Walstra, P., T. J. Geurts, A. Noomen, A. Jellema and M. A. J. S. Van Boekel. 1999. Dairy Technology. Principles of Milk Properties and Processes. Marcel Dekker, Inc. New York. USA.